

# 土壤放射狀菌の生理二・三に就いて\*

故 升      本      修      三

本報文の著者故升本修三理學士は廣島文理科學大學の出身で昭和18年11月以來當研究所植物病理學研究室の研究員として主として土壤微生物放射狀菌類等の研究に従事されて居たが昭和20年7月17日第二國民兵として勇躍應召された。其後間もなく病氣にかかり都城陸軍病院で療養中、同9月17日不幸不歸の客となられた事は誠に残り惜しい極みで、豊かな御冥福を御祈りする次第である。本報文は君が生前主として當研究所で施行せられた研究の結果で、君の遺稿を整理した物である。紙面の關係で充分意を盡し得なかつた點の存する事をお詫する。(西門義一記)

著者は數年來各種の土壤より放射狀菌を分離し、その分類並に生理作用を調べてゐるが、その中生理作用に關する2・3の實驗結果を簡単に報告する。

1. 發育と溫度との關係 本邦產の土壤放射狀菌72菌株をグリセリン・アンモニウム寒天(グリセリン10瓦・枸橼酸石灰10瓦・鹽化アンモニウム0.5瓦・第2磷酸カリ0.5瓦・硫酸マグネシウム0.2瓦・蒸留水1立・寒天20瓦・pH7.0)に移植し、種々の溫度に培養して其の發育狀態を檢した。その中27菌株に就いて培養溫度と發育強度との關係を第1表に示す。

第1表 溫度と發育との關係

培養溫度 (C°)		50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°
發育程度										
良	好			4	18	21	19	13	1	1
中	庸		4	10	7	6	5	8	8	1
微	弱		5	5	2		3	5	11	4
痕	跡		1	3				1	3	1
無	し	27	17	5					4	9

10度は16菌株16日後、15-50度は27菌株13日後の發育程度を5段階に分ちて記録した。

本表から分る様に放射狀菌一般に就いて言へば發育の最適溫度は30度(以下溫度は攝氏)附近にあり、25度・20度では發育緩慢であるが、9日後には30度の發育程度に接近して来る。最低溫度は10度又はそれ以下である。次に最適溫度に就いてみるに、35度で

は一般に發育良好であるが40度になるに生長の止まる菌株がある。被験菌72株に就いて發育に對する最高溫度を試験した結果を第2表に掲げる。

これによるに土壤放射狀

菌の發育に對する最高溫度は36度から55度迄の間に分布している。尙 Waksman(1919a)の報告によるに氏が試験した放射狀菌中45度で發育するものは一種もなかつたこともあり、又 Krainsky(1914)の實驗では大部分の放射狀菌の發育に對する最高溫度は40度で、45度で發育し得たものは2種に過ぎないと述べて居るが、著者の實驗では多數の菌株が45度で發育する事が確められた。

2. 發育とpHとの關係 培養基の始發pHと放射狀菌の發育狀態との關係についてpH5.2 5.5 6.0 6.8 7.4 7.8 8.2 8.6 9.0 及 9.6の10段階の培養基に培養して生育狀態を檢した。其中5.2-8.2の段階ではグリセリン・アンモニウム寒天を用いた。培養溫度は30度、其結果によるに被験土壤放射狀菌は大體2群に分れる。著者(1943a)の所謂第2類の放射狀菌(土壤放射狀菌の大部分を含む)はpH7.4で最も良好な發育をなし(被験菌株18株中11株は良好で、發育なき物は1株もない)pH5.5では發育弱く、pH5.2では發育極めて微弱であるか又は發育しない。(此pHでは第2類18株中8株は發育しない)従つて一般土壤放射狀菌の發育に對する酸性側のpH限界は、大體5.2附近といふ事が出来る。此點Waksman(1919a, 1920)の實驗結果とよく合致して居る。次に鹽基性側の7.8では殆ど總ての菌株が良好な發育を遂げるが、8.6に

第2表 發育に對する最高溫度段階

最高溫度 段階(C°)	各段階に關 する菌株數	同右%	各段階に關する主な種
51-55°	3	4.2	
46-50°	17	23.6	Act. griseus, A. viridochromogenus, A. albosporeus
41-46°	31	43.1	A. violaceus-ruber A. roseochromogenus A. reticulatus-ruber
36-40°	21	29.2	A. scabies, A. mutabilia, A. luteo-viridis

なるに一般に發育が悪くなり、9.0では第2類18株中1株が發育を止め、9.6で被験の第2類18株中15株は全く發育せず、只3株が僅かに痕跡的の發育をしたにすぎない。之に對して著者の所謂第1類の放射狀菌は5.5乃至6.0で最も良く發育し、第2類の最適 pH なる7.4では發育しない。10株菌中9株は全く發育なく只1株のみ僅かに痕跡的に發育する。而して第2類の菌株の大部分が殆ど發育し得ない5.2でも良好な發育をするものが多い。謂はば此の類は好酸性で云ふ事が出来る。

氣中菌絲の形成は培養基の始發 pH を云ふよりも、現實の pH (actual pH) によつて影響される所が大である。換言すれば、菌の發育と共に培養基の反應は刻々變化するが、氣中菌絲は基生菌絲が或程度發達した後に形成される關係上、その發達はその時の現實 pH によつて影響を受ける。著者は此の點について少し實驗を試みた。即ち放射狀菌の發育の結果酸性となる様な培養基(例へばアンモニウム鹽を窒素源とする培養基)及び、これを逆に鹽基性になる様な培養基(例へば硝酸鹽を窒素源とする培養基)に放射狀菌を移植し、30度の恒温器に入れて約10日間培養し、氣中菌絲の發達程度とその時の現實 pH を調べた。その結果によると *Act. roseochromogenus*, *Act. viridochromogenus*, *Act. albosporeus*, *Act. violaceus-ruber*, *Act. griseus* 等の被験菌の大部分は培養基の現實 pH が7.6乃至8.0で最も良く氣中菌絲を形成するが5.0より酸性側並に8.6より鹽基性側では之を形成しない。*Act. fulvus* 新種(記載別報)は例外で6.3邊に於いて氣中菌絲を最もよく形成する。

3. 炭素源の利用 土壤放射狀菌による炭素源の利用程度を次の様な方法に従つて試験した。硝酸アンモニウム1瓦・第2磷酸カリ0.5瓦・硫酸マグネシウム0.5瓦・鹽化ナトリウム0.5瓦・硫酸第1鐵0.01瓦・蒸溜水1立の組成を有する基本液に各種の炭素源を各1%になる様に加へ、pH7.0に調整した培養液に、グリセリン・アンモニウム寒天上の新鮮なる分生子を採つて接種し、30度に培養した。試験の結果は第3表の如くである。

一般的に言へば諸種の炭素源中グリセリン及び葡萄糖は炭素源として最も秀れ、麥芽糖がこ

第3表 炭素源の利用

	炭素源	發育				
		良好	中等	微弱	痕跡	無
多糖類	澱粉	2	14	7		
	イヌリン		3	1	19	
電糖類	麥芽糖	7	14	2		
	蔗糖	1	7	5	10	
	乳糖	1	9	4	9	
單糖類	葡萄糖	8	15			
	マンノース		8	10	3	2
	ガラクトース		16	3	3	1
	果糖	1	2	12	6	2
	キシロース		5	8	1	9
	アラビノース		3	4	7	9
多價アルコール類	マンニット		6	9	8	
	ソルビット			5	7	11
	ダルシット				5	18
	グリセリン	11	10	2		
	グリコール			7	13	3
有機酸類	枸橼酸		10	5		1
	琥珀酸		8	6	1	1
	醋酸		8	7	1	
	フマル酸		6	9	1	
	リン酸		5	8	2	1
	乳酸			5	2	9
	酒石酸			1		15
	グリコール酸				1	15
	蟻酸				1	15

有機酸類は16菌株、其他は23菌株に就き試験す  
數字は夫々の發育強度を示す菌株數を示す。

れに次ぐ。Waksman (1919 b) の報告では澱粉が最も良好な炭素源である事になつてゐるが、著者の實驗では澱粉は前記3種の炭素源にやや劣る結果となつてゐる。加ふるに、澱粉是一群の放射狀菌(著者の第1類)並に *Proactinomyces* 及び *Micromospora* に屬する種類にまつては不適當である。

蔗糖・乳糖及びマンニットは炭素源として特異な性質を示してゐる。即ち此等の炭素源は或る菌株には良く利用されるが、他の菌株にまつては殆ど全く利用價值がなく、その對照が著しいものである。従つて此等3種の炭素源の利用程度は放射狀菌の分類上重要な標準となし得る事は既に著者(1943a)が指摘したところである。

多糖類中イヌリンは殆ど利用されない。又セルロースの殆ど分解されない事は既に Waksman & Skinner (1926) や著者 (1943a) の實驗結果によつて明である。Hexose の中果糖・ガラクトース・マンノースはその利用價值に於いて大差なく・キシロース・アラビノースの如き Pentose は炭素源として不適當である。マンニット以外の Hexit であるソルビット並にダルシットは殆ど全く無價值である。グリコールも殆ど利用されない。次に有機酸の利用に就いては、枸橼酸(石灰)・琥珀酸(ソーダ)は良好・醋酸(石灰)・フマル酸(ソーダ)・林檎酸(石灰)はやや劣り、乳酸(石灰)は殆ど價值なく、酒石酸(ソーダ)・蟻酸(石灰)・グリコール酸(ソーダ)は何れも無價值である。此等の有機酸の利用に関する結果は Münter (1913) の報告と大體によく一致してゐるが、乳酸の利用價值のみは、結果が一致せず、Münter は之を良好としてゐるが、著者の實驗では殆ど利用價值がない結果を示した。

2.4. 蔞酸形成放射狀菌の中の葡萄糖寒天  
其他諸種の培養基に於て蔞酸石灰の結晶を形成するもののある事は先に著者 (1943 a) が報告したところであるが、其の後放射狀菌による蔞酸形成の経路に関する試験を行つた。其の結果による葡萄糖から蔞酸を形成しない菌株は試験に用ひた總ての炭素源から蔞酸を作らない。次に葡萄糖から蔞酸を形成する菌株の殆ど全部は醋酸(10/13)(下の數は被驗菌株數、上の數は蔞酸を形成する菌株數を表はす。以下同様)。グリコール(15/15)グリコール酸(11/12)及び蟻酸(12/12)から蔞酸を形成するが琥珀酸(3/10)及びフマル酸(1/10)から之を形成する菌株は極く少い。これによつてみれば放射狀菌による蔞酸形成の経路は Chrzaszcz & Zakomorny (1933) の假定する経路、即ち2分子の醋酸より脱水素作用によつて生ずる琥珀酸からフマル酸を経て蔞酸を生ずることを云ふ経路は當てはまらない。放射狀菌の場合は醋酸からグリコール酸及びグリオキシル酸を経て蔞酸が形成されるものと考えられる。此の點は醋酸菌(田中・升本 1942)の場合と同様であるが、醋酸菌では蟻酸から蔞酸を形成しないからグリオキシル酸は直接蔞酸に酸化されるものと考えられるに對して、放射狀

菌は蟻酸から6蔞酸を形成するからグリオキシル酸は一旦蟻酸となり、これから蔞酸が形成されるものと考えられる。然し以上の實驗のみではグリオキシル酸が直接蔞酸に酸化されるのが蔞酸形成の主経路であるか、或は其の間に蟻酸を経るのが本道であるか斷言することは不可能である。

5. チロシナーゼ 放射狀菌中にはゼラチン・ペプトン等の蛋白を含む培養基に於て褐色暗褐色乃至黒褐色の水溶性色素を形成し、培養基を着色せしめる菌株群があり、これらのものはクロモゲヌス類と呼ばれてゐる。Krainsky (1914), Skinner (1938) は此のクロモゲヌス類の形成する色素は蛋白の分解の結果生じたチロシンに此等の菌の有するチロシナーゼが作用して形成されるメラニン様物質であらうと想像した。然し Waksman (1919a, 1920, 1932) はこれに疑問を抱いてゐる。

著者は先に (1943 a) クロモゲヌス類をゼラチンに於いて褐色乃至黒色、時に綠色(これは後褐色に變る)の水溶性色素を形成する菌株群を定義したが、これと斯る色素を形成しない非クロモゲヌス類との間には極めて少數の中間型が存在してゐる。著者が中間型と稱するものはゼラチンに於ける水溶性色素が薄い黄褐色の菌株で、その多くはバプトン培養基では水溶性色素を形成しないか、又は形成しても甚だ不明瞭なものである。以上の3群に屬する菌株についてチロシナーゼの作用を試験した。培養基の組成は次の通りで pH 7.2 に調整した。グリセリン 10 瓦・アスパラギン 0.5 瓦・チロシン 0.5 瓦・第2磷酸カリ 0.5 瓦・硫酸マグネシウム 0.5 瓦・蒸溜水 1 立・寒天 20 瓦・これと同時に以上の組成中チロシンを含め培養基を對象培養基として使用した。培養温度は 30 度其の結果によるクロモゲヌス類の大部分(被驗菌株 90 株中 78 株即ち 86.7%)(以下 78/90=86.7% の如く記す)はチロシン寒天上、培養 2—3 日後既に明瞭な黒色(薄い時は薄墨色)の水溶性色素を形成するのが認められ、然もチロシンを含め對照培養基では斯る色素を形成しない。即ち此等はチロシナーゼ陽性である。次にクロモゲヌス類の中若干の菌株(8/90=8.9%)はチロシンを含む培養基に於いても又之を含め培養基に於いても



略々同様な黄褐色系の水溶性色素を形成するものがあり、これを結果不明瞭とする。此の中の一部は、チロシン寒天に於ける培養の極く初期に(24—48時間)薄黒色の水溶性色素を形成するが間もなくこれが黄褐色系色素に移り變つて行つて結果が不明瞭なるものである。他方チロシナーゼの反應明瞭な菌株に於いても培養が古くなるに従ひ黒色の水溶性色素が他の黄褐色系の色素に移り變る事が屢々認められる。従つて著者が此處にチロシナーゼ不明瞭と稱する菌株の一部はチロシナーゼ陽性と考へられる。最後に極く少數のクロモゲヌス菌株(4/90菌株=4.4%)はチロシン寒天主黒色乃至褐色の水溶性色素を形成しない。即ちチロシナーゼ陰性である。

次に先に述べた所謂中間型の菌株(7/7菌株=100%)は何れもチロシナーゼ陰性である。非クロモゲヌス類の中には明瞭にせよ不明瞭にせよチロシナーゼ陽性の菌株は1(0/27菌株)もなかつた。以上の結果からして所謂クロモゲヌス型菌株の殆ど全部はチロシナーゼを以つてチロシンをメラニン様の色素に變へる菌株と考へてよいと思はれる。

**6. 土壤通過** 人為的な培養基に培養してゐる間に微生物の有してゐた最初の、換言すればその本來の性質が變化する事は極めて普通な現象である。

而して斯様に培養中に變質した微生物をそのものの元來の環境に返す事によつて再び本來の性質をさり返す事は種々の微生物に就いて報告されてゐるところである。著者は土壤放射狀菌が培養中にその性質に變化を起した際、その發育の一部を採つてそのものの元來の環境である土壤に接種し、或る期間保つた後再び分離したところ、多くの場合舊の性質をさり返す事を確めた。この所謂「土壤通過」("soil passage")は次の様な方法によつて實施した。試験管に畑地土壤を入れ、水を加へて適當な温度にし高壓殺菌を行つたものに變質した放射狀菌の分生子又は菌絲體の一部を接種し、20度に2週間位保つた後再分離を行つた。その結果に就いて二・三の例を挙げれば、本來赤色の基生發育を形成する *Act. albosporus* の1菌株(No. 1)が移植培養を繼續する間に色素形成力を喪失して無色の基

生を形成する様になつたが、これの分生子を採つて上記の様な土壤通過を行つた結果、その本來の性質である赤色の基生を形成する様になつた。又 *Act. fulvus* は合成培養基主褐色の水溶性色素を形成するものであるが、その1菌株である No. 7 は培養の途上色素形成力を失つた。これも土壤通過の結果その本來の色素形成力を恢復した。又培養の間に氣中菌絲を形成しなくなつた No. 13 若くは之を形成し難くなつた No. 7, No. 15 等を土壤通過せしめた結果何れも之をよく形成する様になつた。

**7. 變異** 著者は土壤放射狀菌の分類を行ふ爲に多數の菌株を比較整理してゐるが、種々の見地より確かに同一種なりと判斷される若干の菌株の間に形態的に、又生理的に變異の存する事實に屢々遭遇した。氣中菌絲の螺旋形成の有無並にその多少、色素形成炭素源の利用程度等が之である。その中最も著しい炭素源利用に關する變異について報告する。著者は先に各種炭素源の中蔗糖・乳糖・マンニツトは菌株によつてその利用程度の差が著しい。故にこの性質を放射狀菌の分類上の一準據となし得るを述べた。然し、同一種に屬せしめらる可き多數の菌株に就いて上の炭素源に對する利用性を調べてみると、その大部分は共通の性質を具へてゐるが、少數の菌株はこれと異つた性質を示す事がある。例へば *Act. viridochromogenus* に屬する菌株の大部分は、蔗糖利用力極めて微弱であるが、其1菌株 No. 99 は例外的に之を良く利用した。又 *Act. roseochromogenus* に屬する大多數の菌株は乳糖・蔗糖・マンニツトの何れをも利用し難い性質を有してゐるが、No. 12 菌株は蔗糖を、No. 26 はマンニツトを、No. 165 は上記3種の炭素源の何れをもよく利用し得る。

以上の様に同一種に屬する菌株間に變異が存在するが、茲に斯様な變異の生ずる可能性を示唆する如き現象がみられる。それは先に、著者(1943 b)が *Act. mutabilis* に於いて報告した現象である。即ち此の種に屬する No. 35, 53, 151 は元來蔗糖を殆ど利用し得ないものであるが、蔗糖を炭素源とする培養基に培養してゐる間に、此の炭素源をよく利用し得る變異株を分離して来る。又これと全く同様な現象が、乳糖の利用に就いても起る。他方土壤から分離され

た本種の菌株中には最初から乳糖をよく利用し得る菌株 (No. 48, 147) 並に蔗糖・乳糖の何れをもよく利用し得る菌株 (No. 148) があつて、上の No. 35 等に於ける聚落解離の結果、此等天然の菌株に性質を同じうするものを生じた事になる。斯る現象は *Apt. mutabilis* のみでなく又 *Act. luteo-viridis*, (新種・記載別報) *Act. roseochromogenus* の乳糖利用に就いて見られる。

尚斯の如き聚落解離は或る特定の炭素源を含む培養上略々規則正しく起るものである點より考へれば、斯る變異を起す潜在性はその菌株若くはその屬する種の特性ともみなし得るのである。換言すればその菌株若くはその種は上の性質について不安定であると言へる。この事は單に炭素源の利用性に就いてのみでなく他の性質に就いてもみられる。例へば元來著色せる氣中菌絲を形成する菌株が突然その菌叢の一部に白色の氣中菌絲を生じ、その部分を採つて新しい培養基に移植を行へば白色の氣中菌絲を形成する變異株が得られることがある。この現象が矢張り種と關係があり、元來薔薇色乃至ピンク色の氣中菌絲を形成する *Act. roseochromogenus* に屬する菌株の多數並に元來灰褐色 (Drab) の

氣中菌絲を形成する *Act. cinereosporeus* (新種・記載別報) に屬する菌株の多數が斯る變異株を生ずる傾向を有つてゐる。斯様に放射狀菌についてみられる變異現象の中には遺傳學的に興味の深い問題が多く藏されてゐるが、此等については他日別に報告する考へである。

本研究費の一部は學術振興會補助金に負ふてゐる。茲に謝意を表する

## 引用文獻

- CHRZASZCZ, T. & M. ZAKOMORNY (1933); Bioch. Zts., 263, 105-118. KRAINSKY, A. (1914); Cbl. f. Bakt., II, 41, 649-688. MÜNTER, F. (1913); Cbl. f. Bakt., II, 36, 365-381. SKINNER, C. E. (1928); J. Bact., 35, 415-424. WAKSMAN, S. A. (1919 a); Soil Sci., 8, 71-215. Do. (1919 b); J. Bact., 4, 307-330. Do. (1920); J. Bact., 5, 1-30. Do. (1932); Principles of Soil Microbiology. Do. & C. E. SKINNER (1926), J. Bact., 12, 57-84. 田中潔・升本修三 (1943) 關島文理科大学理科紀要 (植物學) 5, 61-73 升本修三 (1943 a) 全上 5, 97-128 全 (1943 b) 醫學と生物學 4, 486-490

## コクゾウ及びココクゾウに及ぼすDDTの効果 (豫報)\*

深谷昌次・小阪和彦

潜土害蟲たるゲンゴムシに對する DDT の殺蟲効果(註)に就いては既に發表したが、今度は本藥劑が貯蔵害蟲たるコクゾウ及びココクゾウに對し如何なる影響を與えるものであるかに就いて少しく實驗検討して見た。DDT は有害であるからこれを貯蔵穀類中に使用することはあまり望ましいことではないが、極微量を用いても卓效があるといふことになればその適用が考へられないこともない。(註)農學1: 41-44 (1947)

1 材料及び方法 供試成蟲は幼蟲期間を 25°C の定溫器中で經過し羽化後 10 日を経たもので、實驗に際しては雌雄を別々にして取扱つた。この場合 Talc に稀釋した 10% DDT 10mg をペトリーシャーレーに入れ、これに蟲を供し 25°C 下無給餌状態で毎日その斃死數を調べた。玄米中のコクゾウに對しては純粹の DDT 10mg,

50mg を玄米 50g 中に混入し、一定期間後にその斃死率を調べた。

幼蟲を供試する場合には孵化後 15-30 日を經過し、尚玄米中に入つたまゝのものを略等分して一方は無處理標準とし他方には 10% DDT 粉末 10mg をふりかけこれによくまぶし、そのまま 25°C 定溫器中に置いて羽化脱出する蟲類を毎日記録してその羽化率を調べた。

## 2 實驗結果

(1) 無給餌下のコクゾウに對する影響 實驗結果は第 1 表及び第 1 圖の如くであつて、DDT の施用區と Talc の施用區は共に標準區に比して斃死率高く、施用後 9 日で 100% の斃死率が得られる。一方標準區では施用後 17 日で 100% 斃死している。

(2) 米穀中のコクゾウに對する影響 純粹の